

А. А. Печинина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ

The work shows the need and assesses the prospects for using neural networks and artificial intelligence for sorting waste. The technologies of AMP Robotics are considered as an example of the use of artificial intelligence in the waste management industry.

Ситуация с отходами, образуемыми населением, усугубляется с каждым годом. При этом вклад разных стран в этот процесс, а также доминирующие способы обращения с отходами отличаются существенным образом и зависят от большого количества факторов [1]. Например, 34 % всех отходов в мире производят всего 16 % населения из стран с высоким уровнем жизни. В США перерабатывается 289 млн т мусора в год. В Китае объем мусора в последние 20 лет вырос в 3 раза до 300 млн т в год. В России эта цифра составляет 70 млн т. По прогнозам специалистов, к 2050 г. ежегодный объем мусора в мире вырастет еще на 70 % (до 3,4 млрд т).

Во многих странах, в том числе в России, основным способом обращения с отходами до сих пор является их захоронение на полигонах и свалках. Большинство стран с развитыми экономиками отдают предпочтение переработке отходов. В мире наблюдается рост объёма перерабатываемых отходов. В странах Европейского союза, например, вышла поправка к Рамочной Директиве по Отходам (*EU Waste Framework Directive*) и к Директиве о Свалках (*EU Landfill Directive*) о том, что к 2035 г. захораниваться должны не более 10 % коммунальных отходов, а 65 % отходов должны перерабатываться [2].

Переработке подлежат отходы, прошедшие сортировку. По всему миру на ручной сортировке отходов занято свыше 60 тысяч человек. Этот процесс является трудозатратным и небезопасным для исполнителей, поэтому перед инженерами и специалистами в области компьютерных технологий стоит задача автоматизации процесса сортировки отходов.

Все современные роботы, в том числе используемые в отрасли обращения с отходами, работают при помощи искусственного интеллекта. Искусственный

интеллект (ИИ) – это набор алгоритмов, которые позволяют компьютеру учиться на собственном опыте. Это подход к обучению машин тому, что могут делать люди. Человек может определить объект по визуальным сигналам, будь то изображение или объекты реального мира, и именно формирование этой способности позволяет роботам выполнять сложные задачи, например, сортировку материалов на предприятии по переработке.

Понятие искусственного интеллекта не может быть раскрыто без двух других понятий: машинное обучение и нейронная сеть. Машинное обучение – методы в области искусственного интеллекта, набор алгоритмов, которые применяют, чтобы создать машину, которая учится на собственном опыте. В качестве обучения машина обрабатывает огромные массивы входных данных и находит в них закономерности. Нейронные сети – технологии глубокого обучения, при которых система учится создавать шаблоны из других шаблонов и выполнять задачу, анализируя примеры. Можно сказать, что нейронная сеть моделирует работу нейронов головного мозга человека. Получается такая структура: искусственный интеллект включает в себя машинное обучение, а машинное обучение включает в себя нейронные сети.

Наиболее интересными и перспективными представляются наработки в области использования искусственного интеллекта для сортировки отходов компании *AMP Robotics* [3].

Компания занимается не только созданием искусственного интеллекта (ИИ), но и созданием самих роботов. *Fast Company* включила *AMP Robotics* в список наиболее инновационных компаний мира за 2020 г.

В компании два основных продукта: *AMP Cortex™* (система, включающая в себя механизированную часть (робота) и программную составляющую (ИИ)) и *AMP Neuron™* (ИИ).

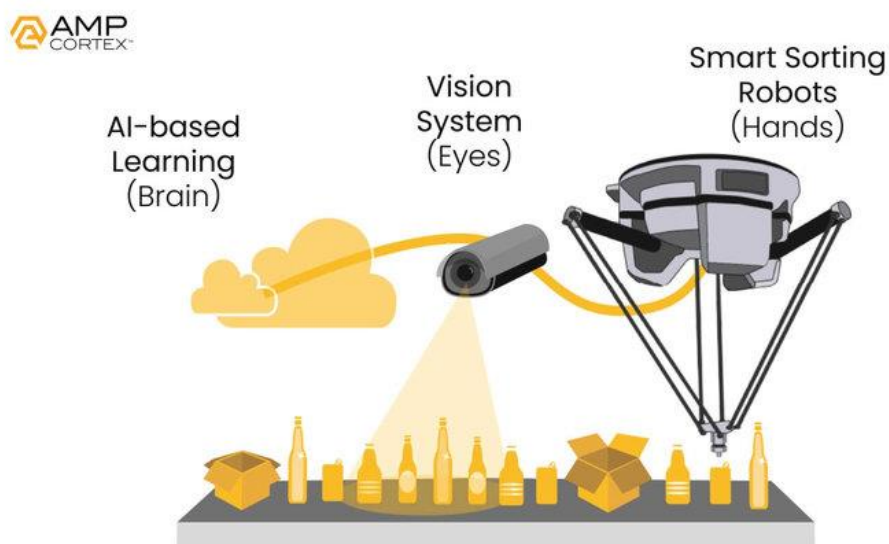


Рис. 1. Изображение конвейера компании AMP Robotics [3]

Система *Cortex* основана на применении трех ключевых технологий (рис.1), которые служат «мозгом, глазами и руками» для выполнения задач по извлечению материалов с невероятной скоростью и высокой точностью. И что самое приятное, **Cortex** постоянно учится на собственном опыте, становясь все лучше и лучше.

Платформа искусственного интеллекта *Neuron* поддерживает *Cortex* как «глаза» и «мозг» системы. *Neuron* применяет технологии машинного зрения и глубокого обучения для распознавания образов в реальном времени для идентификации материалов (рис. 2). Система достигает 99 % точности сортируемого материала, опережая производительность конкурирующих технологий, таких как оптические сортировщики и технологии, использующие распознавание в ближнем инфракрасном диапазоне или гиперспектральные камеры.



Рис. 2. Распознавание отходов искусственным интеллектом
 Источник: <https://www.ampr.obotics.com/amp-ai>

Затем *Neuron* направляет роботов – «руки» – в систему для точной сортировки и отбора целевых материалов. *Cortex* использует робота в стиле *Delta*, у которого три руки, универсально соединенные в основании, обеспечивают точное и плавное движение. Роботы очень прочные, простые в обслуживании и гибкие в использовании. Такая конструкция обеспечивает чрезвычайно быстрый сбор и размещение, что позволяет *Cortex* работать с поразительной скоростью.

Переработка отходов – перспективное направление, развиваемое в рамках концепции «Индустрия 4.0». С каждым годом будут применяться все более совершенные программы и конструкции роботов. Но человек не должен рассчитывать на то, что с повсеместным внедрением автоматизированной переработки проблема с отходами исчезнет. С термодинамической стороны каждый процесс имеет свои энергетические границы. Не важно, как много материала мы используем, как много материала мы утилизируем, мы все равно будем иметь существенные эмиссии в окружающую среду, а значит наносить вред. К тому же на переработку тратятся ресурсы, которые могли бы пойти на производство или же просто остаться в своем первоначальном местоположении.

Поэтому человек должен пересмотреть свое отношение к потребительской жизни и постараться использовать вещи и продукты качественно и долго.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как меняются отношения человека и природы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/green/5e7a52849a79477d322a42e3>. (дата обращения 15.01.2021).
2. Confederation of European Waste-to-Energy Plants: Circular Economy 2035 Waste Treatment Gap – Detailed Explanations. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2019/07/CEWEP-residual-waste-calculation-explanations-final.pdf>. (дата обращения 15.01.2021).
3. AMP ROBOTICS: Products. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.amrobotics.com/technology-overview>(дата обращения 15.01.2021).